جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



## خوردگی در صنایع نفت و پتروشیمی

خوردگی همیشه قسمتی اجتناب ناپذیر در تصفیه نفت و عملیات پتروشیمی بوده است. هر چند قسمت عمده ای از این مشکلات به عوامل دیگری نسبت داده می شوند که یک تعداد بیشماری از آنها به جنبه های مختلف خوردگی بستگی دارد. در واقع مشکلات خوردگی هزینه های عملیاتی و نگهداری نفت را بالا می برد. وقفه های برنامه ریزی شده به منظور تعمیر خرابی های خوردگی موجود در لوله کشی و تجهیزات می تواند هزنیه های بالایی را به همراه داشته باشد. و هر عملی که بتواند ایمنی روند کار را بالا ببرد بسیار مفید واقع خواهد شد. نسبت بالای مشکلات خوردگی به این وقفه ها بستگی دارد. هنگامیکه دستگاهها به منظور نظارت و تعمیر در فضای آزاد باز می‌شود به سطح فلزی آن در هوا و رطوبت دچار خوردگی می‌شود. این مسئله باعث وجود حفره و شکستگی در سطح آن می‌شود مگر اینکه از بروز چنین مسائلی جلوگیری کنیم. هنگامیکه قطعات دستگاه در طی این وقفه ها شکسته می شوند، سطح آن با فرورفتگی آب دچار خوردگی می شود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



در بیشتر مواقع، تصفیه نفت و عملیات پتروشیمی با سوختن جریانات هیدروکربن، گازهای قابل اشتعال و بسیار سمی، اسیدهای بسیار قوی که اغلب در فشار و دمای بالا هستند؛ همراه می باشد. با وجود فلزات و آلیاژهای بسیار زیاد، تنها تعداد بسیار کمی از آنها می توانند در ساختمان دستگاه و لوله کشی آن بکار روند. این فلزات شامل فولادهای کربنی، چدنهای ریخته گری- فولادهای کم آلیاژ- فولادهای زنگ نزن،آلومینیوم، مس، نیکل، تیتانیوم و آلیاژهایشان می باشد. این مواد باید در روند آماده سازی تصفیه و عملیات پتروشیمی مورد بررسی و انتخاب و استعمال قرار بگیرند. بعلاوه، اطلاعات خاص در خصوص خواص مکانیکی، ترک‌های خوردگی، کنترل خوردگی فراهم خواهد شد.

**«انتخاب مواد»**

انتخاب مواد در این ساختار نقش مهمی را در زمینه های اقتصادی و اعتبار و تضمین بخش های تصفیه و عملیات پتروشیمی ایفا می کند. به همین دلیل، انتخاب مواد باید بسیار دقیق صورت گیرد. یک ماده باید چندین مورد اخطاری را قبل از مردود شدن در انتخاب فراهم

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



آورد. از بکار بردن موادی که خود به خود شکسته شوند یا موادی که تحت خوردگی SCC قرار می‌گیرند می بایست اجتناب شود. همچنین موادی که دچارخوردگی یکپارچه می شوند با موادی که دچار خوردگی حفره‌ای می شوند. تأثیر محیط در خواص مکانیکی یک ماده می تواند مهم واقع شود. شرایط موجود می‌تواند یک فلز مفتول شدنی را به یک فلز شکننده که در اثر گرما از بین می‌رود تبدیل کند.

یک ماده نباید تنها برای شرایط عادی مناسب باشد. بلکه باید در شرایط ناپایدار و در مواجهه با شروع کار، قطع کار و شرایط اضطراری مفید واقع شود. اغلب در مواجهه با چنین شرایطی است که زوال و خرابی روبرو می‌شویم.

از نگرانی های موجود، رویارویی و چگونگی عملکرد دستگاهها در مقابل احتراق می باشد. مواجهه غیرقابل انتظار در مقابل دماهای بسیار بالا می تواند باعث وجود ویژگی های مکانیکی شود که می تواند مسائل زیانبخش را به همراه داشته باشد. هرچند تمام موارد احتیاطی و ایمنی می تواند احتراق را به حداقل برساند، مهندسین

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



مسئول انتخاب موادی می باشند که بتوانند در مواجهه با احتراق به درستی عمل نمایند. این مورد کاربرد فلزاتی را که نقطه ذوب پایینی دارند یا ممکن است بر اثر احتراق از بین بروند را محدود می‌کند. در خصوص لوله کشی و مجهزسازی پالایشگاهها مجبور به استفاده از جریانات هیدروکربن می باشیم، از سوی دیگر نیاز به مقاومت در برابر احتراق در آب سرد و سیستم هوایی در آنجا درنظر گرفته نشده است، هرچند عملیات پتروشیمی ممکن است شامل برخی از مراحل باشند که اصلاً خطرات و اشتعال زا نمی‌باشد ولی باید تمام تجهیزات در مقابل احتراق مقاوم باشند. فقدان قوانین مقاومت در برابر احتراق استفاده از ترکیبات پلاستیکی را رد می کند با این حال که این مواد در مقابل خوردگی بسیار مقاوم می باشند. بعلاوه ترکیبات پلاستیکی ممکن است در حین وقفه ها خراب شوند: این ماده به منظور ترکیبات آزاد باقیمانده هیدروکربن و بخار قبل از عملیات نگهداری و بررسی مورد نیاز واقع می شود. آخرین مرحله در انتخاب مواد یک مرور تکنیکهای کنترل خوردگی که انتخاب شده، می باشد. یک تضمین کلی که یک دستگاه برای ایجاد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



اعتبار فراهم می کند، باید وجود داشته باشد. این شرایط شامل شروع کار، وقفه در انجام کار، حالت تعلیق و حالت اضطراری در کار می باشد.

**«مواد اصلی»**

معیار انتخاب مواد برای یک تعداد از ترکیبات آهنی و آلیاژهای غیرآهنی در تصفیه نفت و کاربردهای پتروشیمی مورد استفاده واقع می شود.

**فولادهای کربنی و کم آلیاژ:**

فولادهای کربنی دست کم در ۸۰ درصد از ترکیبات مصرفی در تصفیه ها و تجهیزات پتروشیمی، مورد استفاده واقع می شود، زیرا که بسیار کم هزینه، قابل دسترس و قابل ساخت می باشد. اگر شرایط تغییر کند بعنوان مثال روند دمایی می‌تواند کاهش یابد، جریانات هیدروکربن خاموش شده اند. تزریق مواد اضافی به منظور کم کردن مشکلات خوردگی با فولادهای کربنی بکار می روند. در تصفیه‌ها، برج‌های جزءِ به جزءِ استوانه جداکننده، لایه

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



های مبادله گرما، مخازن انباری و لوله کشی ها بکار می رود. تمام ساختارها از فولاد کربنی، ساخته شده اند. فولادهای کربن-مولیبدن مثلاً C-0.5MO می‌تواند در برخی کاربردها مثلاً در دمای بین ٤٢٥ و ٥٤٠ درجه سانتیگراد جایگزین فولادهای کربنی باشند. و این مسئله به دلیل اینکه فلز C-0.5MO دارای مقاومت بهتری نسبت به فولاد کربنی در دمای بالا است، اتفاق می افتد. این مورد در مخازن راکتوری، استوانه های جداکننده و لوله کشی در مراحل شامل هیدروژن در دمای بالای ۲۶۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود. اخیراً، سؤالاتی راجع به تأثیر طولانی مدت هیدروژن در معرض فلز C-0.5MO مطرح می شود. در نتیجه فولادهای کم آلیاژ، در مراحل ساخت ترجیح داده می شوند.

فولادهای کم آلیاژ برای صنایع نفتی فولادهای MO-Cr دار حاوی کمتر از ۱۰ درصد Cr می‌باشد. این فلزات دارای مقاومت خوبی نسبت به انواع خوردگی در دمای بالا و حمله هیدروژنها می باشد. به منظور بالا بردن مقاومت در برابر شکستگی، فلزاتی با آلیاژ کم مورد استفاده واقع می شوند. در مخازن راکتور تصفیه که در فشار

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



و دمای بالا عمل می کند، فلز 2.25Cr MO مورد استفاده واقع می‌شود. به منظور بالا بردن مقاومت در برابر خوردگی، اغلب با فولادهای ضدزنگ پوشیده می شوند. یکی دیگر از کاربردهای فولادهای کم آلیاژ در تونل ها کوره، پوسته‌های مبادله گرما، لوله کشی و استوانه جداکننده می باشد.

فولادهای ضدزنگ در عملیات پتروشیمی بکار می روند و دلیل انتخاب آنها خاصیت طبیعی خوردگی کاتالیزورها و حلال هایی است که اغلب مورد استفاده واقع می شوند. در پالایشگاه، فلزات ضد زنگ کاربرد محدودی دارند، این فلزات حاوی خوردگی سولفیدک در دمای بالا و دیگر انواع خطرات احتمالی در دمای بالا می باشد. بیشتر فلزات ضد زنگ در حضور کلریدها حفر می شوند. فلزات ضد زنگ و سخت مثل نوع(s41000) ٤١٠ می‌باشند باید بعد از ذوب شدن گرم نگه داشته شوند. این کار برای جلوگیری از شکستگی در اثر فشار هیدروژن و درنتیجه فشار سولفید هیدروژن در محیط انجام می گیرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



کاربرد معمولی آن در ترکیبات پمپی، سریع کننده ها، تمیز کرردن سوپاپ، پره‌های توربین و سوپاپ کوره و دیگرترکیبات کوره ای در برج های تفکیک کننده می باشد. وجود تنوع کربن پایین در نوع ٤١٠ فلز باعث می شود که در لوله کشی از آن استفاده شود. اغلب در ترکیبات آهن دار مثل نوع ٤٠٥ در فشارهای هیدروژنی استفاده می شوند و بهتر است از نوع ٤١٠ در لوله کشی استفاده شود. فولاد ضدزنگ استنیت مثل نوع ٣٠٤ یا ٣١٦ بسیار مقاوم هستند اما در معرض کلریدها قرار می گیرند. این مورد در لوله کشی و ترکیبات کوره‌ای در برج‌های تفکیک کننده بکار می روند که شامل: لوله کشی، لوله‌های مبادله گرما، پوشش راکتوری لوله‌ها؛ ترکیبات متنوع در کمپرسور، توربین ها، پمپ ها، سوپاپ ها می باشند.

**چدن ریخته گری:**

چدن ریخته گری به علت استحکام پایین و تردبودن معمولاً در مخازن تحت فشار برای نگهداری هیدروکربن قابل اشتعال بکار نمی رود. نکته مهم در آن، پمپ و ترکیبات سوپاپی، دفع کننده‌ها،

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



جریانات سریع و ثابت کننده ها که باعث سختی آهن و پایین آوردن سرعت خوردگی می باشد. چدن ریخته گری با سیلیکون بالا(Si ٪۱٤) مقاوم در برابر خوردگی می باشد زیرا وجود یک لایه از اکسید سیلیکون مانع بروز آن می شود. حفاری های معمولی و عملیات پتروشیمی شامل سوپاپ و ترکیبات پمپ می باشند. چدن ریخته‌گری نیکل بالا (Ni ٪۱۳-٪۳۶ و Cr >٪۶)دارای مقاومت خوردگی و مقاومت به دمای بالای عالی می‌باشد زیرا علت آن وجود محتویات آلیاژی می باشد. استفاده های معمولی آن در ترکیبات سوپاپی، پمپی، عایق‌های تعدیل و فشرده کننده‌ها می باشد.

**مس و آلیاژ های آلومینیم:**

کاربرد مس و آلیاژ آلومینیم بدلیل استحکام کم آن در دمای پایین ۲۶۰$^{0}$C محدود شده است تیپهای آلیاژ مس (C ٤٤۳۰۰) بطور گسترده ای در سردکننده های بسیار قوی در حفر استفاده می شوند. در این شرایط تراکم سولفید هیدروژن و آمونیاک موجود می باشد. ممکن است خوردگی حفره‌ای و یا SCC صورت پذیرد. که پیشنهاد می شود در این صورت از فولادهای کربنی به همراه

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



(C ٤٤٣٠٠) در مبدلهای حرارتی استفاده شود. معلوم شده لوله‌های آلومینیم در مقابل خوردگی سولفید آبی بسیار مقاوم است. خوردگی در لوله‌کشی و سوخت همیشه یک مشکل جدی بوده است و به جز این کاربرد محدود در بسیاری از پالایشگاه ها از لوله های آلومینیم استفاده می شود. آلومینیم در برج های خلاء نیز مورد استفاده قرار می گیرد. آلومینیم در برابر خوردگی اسید نفتنیک نیز مقاوم می باشد.

آلومینیم در پوشش های آلومینایزینگ نیز مورد استفاده واقع می شود و از فولادهای کم آلیاژ در مقابل خوردگی سولفیدی در دمای بالا محافظت می کند.

**آلیاژهای نیکل:**

آلیاژهای نیکل در برابر اسیدهای سولفوریک و اسید هیدروکلریک، اسید هیدروفلدریک و حلال های بسیار قوی مقاوم می باشد. وجود این اسیدها در حفاری موجب ایجاد خوردگی و مشکل جدی می شده است.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



در صورتیکه مقدار نیکل به ۳۰ درصد افزایش یابد، آلیاژها بسیار سخت می‌شوند.و مقاوم به خوردگی کلرایدی وSCC می گردد. نیکل همچنین به بسیاری از آلیاژها شکل می دهد اما آلیاژ نیکل در مجاورت گازهای محتوی سولفور در دماهای بسیار بالا آسیب می‌بیند. آلیاژ نوع ٤٠٠ (No٤٤٠٠) در تجهیزات فلزی برای جلوگیری از خوردگی مورد استفاده واقع می شود. به همین دلیل لوله هایی با این نوع آلیاژ در مواردی که ممکن است شکننده باشند بکار می رود. آلیاژ نوع (No٤٤٠٠) ٤٠٠ همچنین به منظور مقابله با خوردگی اسید هیدروفلوریک مورد استفاده واقع می شود. آلیاژ منحنی شده نیکل حاوی آلیاژ نوع(No٦٦٢٥) ٦٢٥ و ٨٢٥ می باشد که در پایین آوردن خوردگی اسید فنرنینویک در رأس توده مشتعل بکار می‌رود. آلیاژ(N١٠٦٦٥) B-2 در استفاده از اسید هیدروکلریک در غلظت و دمای بالا مورد استفاده واقع می‌شود. اما وجود نمکهای اسید، باعث آسیب به آن می شود. آلیاژ نوع (N١٠٦٦٥) B-2 و (N١٠٠٠٢) C-4 و آلیاژ C-278 (N١٠٢٧٦) در

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



برابر اسید سولفوریک C دمای $95^0C$ مقاوم می باشد. هرچند این آلیاژها در مصارف خاص برای مقابله با خوردگی استفاده می‌شوند.

**تیتانیوم:**

تیتانیوم به تازگی در صنعت حفاری استفاده می شود ولی به طور قابل توجهی در مراحل پتروشیمی مورد استفاده قرار می گرفته است. تیتانیوم فلزی مقاوم در دمای بالا نمی‌باشد. در جو و گاز خنثی ذوب و بریده می شود. این کار برای جلوگیری از شکنندگی انجام می پذیرد. استفاده تیتانیوم در تصفیه نفت و عملیات پتروشیمی در دمای پایین $260^0C$ محدود می شود. اگر هیدروژن در محیط وجود داشته باشد، دما نباید از $175^0C$ تجاوز کند. تیتانیوم در بسیاری از مراحل انجام کار مقاوم می باشد. لوله های ساخته شده با تیتانیوم گرید ۲(R۵۰۴۰۰) در سردکننده ها و بخش های حفاری برای جلوگیری از خوردگی استفاده می‌شود. این لوله ها تحت رسوب اسیدها، زنگ می زند. لوله های تیتانیوم در سردکردن آب دریا و آبهای شور مزه مورد استفاده واقع می‌شود، هنگامیکه خوردگی تیتانیوم مشکل اصلی باشد، تیتانیوم گرید ۱۲

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



(R۵۳۴۰۰) به همراه نیکل و مولی بونیرم باید استفاده شود. آنادایزینگ و اکسیداسیون دمای بالا در تیتانیوم گرید۲ (R۵۰۴۰۰) بیانگر مفید واقع شدن این فلز در مقابل خوردگی می باشد.

## خوردگی

به طور عملی، خوردگی در پالایشگاه و کارخانه پتروشیمی را می توان به خوردگی دمای پایین و خوردگی دمای بالا تقسیم بندی کرد. خوردگی دمای پایین در حرارت زیر $۲۶۰^{0}C$ ($۵۰۰^{0}F$) در حضور آب صورت می گیرد. فولاد کربن دار می تواند به عنوان پایه جریان هیدروکربن در این محدودهٔ حرارتی استفاده شود بجز وقتی که خوردگی آب با آلودگی غیرآلی از قبیل کلرید هیدروژن یا سولفید شدن باشد، که استفاده انتخابی از آلیاژهای مقاومتر لازم است. خوردگی صنایع نفتی در مجاورت کاستیک‌ها (NaoH,KoH) از این دسته می‌باشند.

خوردگی دمای بالا در حرارت بالای $۲۶۰^{0}C$ صورت می گیرد. وجود آب ضروری نیست، زیرا خوردگی توسط واکنش مستقیم فلز و محیط صورت می‌گیرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



## کاستیک و سود سوزآور

هیدروکسید سدیم در تصفیه خانه های پتروشیمی و پالایشگاهها به عنوان خنثی کنندهٔ اجزاءِ اسیدی کاربرد وسیعی دارد. در دمای محیط تحت شرایط خشک، هیدروکسید سدیم را می‌توان در تجهیزات فولاد کربنی بدست آورد. فولاد کربنی برای مخلوطهای سود سوزآور بین ۵۰ و ۸۰° سانتی گراد نیز خوب عمل کرده و این میزان وابسته به غلظت است. در دمایی بالاتر از این دما و زیر ۹۵°C فولاد کربن داری را می توان استفاده کرد در برابر گرما قرار گیرد و در جوشکاری آن از SCC جلوگیری شود. فولادهای ضد زنگ آستنیتی مثل ۳۰٤ را می توان تا دمای تقریباً ۱۲۰°C استفاده کرد در حالیکه آلیاژهای نیکلی در دمای بالاتر استفاده می شوند.

خوردگی شدید خطوط انتقال نفت خام که در اثر جریان تزریق سود سوزآور است در بخشهای تقطیر نفت خام پدید می آید و زمانی است که محلول ٤۰ درصدی سود سوزآور به نفت خام نمک زدایی شده و گرم تزریق شود تا کلرید هیدروژن باقیمانده را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



خنثی کند. رقیق کردن سود سوزآور با آب و شکل دادن محلول ۳ درصدی برای حل کردن این مشکل مفید است/. با انتشار دادن خوب محلول رقیق شده در نفت خام گرم از جمع آوری شدن گویچه های سود سوزآور جلوگیری می شود که در انتهای خط انتقال جمع آوری می شود. اگر سود سوزآور در نزدیکی خط انتقال تزریق شود می‌تواند حمله شدیدی را باعث شود و در زانویی خط انتقال سوراخ پدید آورد.

موقعیت های غیرمعمول وجود دارد که خوردگی سود سوزآور با آن مواجه می شود. به عنوان مثال، اثراتی از سود سوزآور می تواند در آب تأمین شده دیگر بخار غلیظ شود و خوردگی را پدید آورد. این حالت در بویلرها «دیگ بخار» بین شرایط خشک و تر رخ می دهد. در برخی از فرآیندهای پتروشیمی، gauge سود سوزآور تحت رسوبات تبادل کننده های گرمایی یافت می شود و با گرما و شکل گیری بخار زدوده می شود. به عنوان مثال، تبادل کننده های گرمایی برای گاز کراک در بخشهای اتیلن بسیار آسیب پذیر می شود. اگر رسوبات در انتهای لوله انباشته شوند. تأمین کننده های

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



آب دیگ بخار این رسوبات را پخش می کند و سپس تبخیر می شوند، اما این عامل باعث می شود سود سوزآور در مایع تجمع کند و بر جای بماند. مقدار سود سوزآور در چنین دام مایعی می تواند به چندین درصد برسد که به اندازه کافی برای تخریب کردن اکسید آهن محافظ کافی است و بنابراین خوردگی شدیدی را باعث می شود.